

Diagnosa Kelainan Jantung dengan Pendekatan Fuzzy Logic Mamdani

Diagnosis of Heart Abnormalities with Mamdani's Fuzzy Logic Approach

Sumiati^{1*}, Haris Triono Sigit², Agung Triayudi³, Melisa Theresia⁴

^{1,4}Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Teknologi Informasi, Universitas Serang Raya

²Program Studi Sistem Komputer, Fakultas Teknologi Informasi, Universitas Serang Raya

³Informatika, Universitas Nasional.

sumiatunsera82@gmail.com^{1*}, haris.t.sigit@gmail.com²,

agungtriayudi@civitas.unas.ac.id³, melisatheresia993@gmail.com⁴

Abstrak – Penyakit jantung merupakan penyebab utama kematian yang menduduki peringkat satu di Indonesia. Oleh karena itu, dokter perlu mendeteksi sejak dini penyakit jantung pada pasien. Dalam mendiagnosa penyakit jantung diperlukan sebuah alat untuk mengetahui kondisi fisik jantung. Alat yang sering digunakan adalah Elektrokardiogram (EKG). Alat EKG ini dapat memantau aktivitas listrik jantung yang ditampilkan dalam bentuk grafik. Namun, alat EKG ini dinilai belum mampu mendeteksi secara otomatis keadaan jantung pasien. Oleh karena itu, pada penelitian ini dikembangkan sebuah aplikasi untuk mengidentifikasi kelainan jantung secara otomatis berbasis metode Fuzzy Mamdani dengan menggunakan 100 data hasil rekam medis Elektrokardiogram. Sistem yang dikembangkan mampu mengidentifikasi kondisi jantung pasien dalam dua kategori yaitu kondisi jantung yang normal dan kondisi jantung yang abnormal. Adanya sistem ini dapat membantu dokter dalam melakukan pemeriksaan kondisi jantung. Berdasarkan hasil pengujian sistem dengan pendekatan success rate mendapat nilai True positive 0,9%, nilai False Positive 0%, nilai success rate sebesar 95%, dan nilai error rate sebesar 0,05 %.

Kata Kunci: Elektrokardiogram, success rate, fuzzy logic mamdani, akurasi, kelainan jantung.

Abstract – Heart disease is the number one cause of death in Indonesia. Therefore, doctors need to detect early heart disease in patients. In diagnosing heart disease, a tool is needed to determine the physical condition of the heart. The tool often used is the electrocardiogram (EKG). This EKG tool can compile the heart's electrical activity, which is displayed in graphic form. However, this EKG tool cannot detect the patient's heart condition automatically. Therefore, this study developed a system to detect cardiac abnormalities using the Fuzzy Mamdani method using 100 electrocardiogram medical record data. The developed system can identify the patient's heart condition, namely normal heart and abnormal heart conditions. The existence of this system can assist doctors in examining heart conditions. Based on the results of system testing using the success rate approach, a True positive value of 0.9%, a False Positive value of 0%, a success rate of 95%, and an error rate of 0.05%.

Keywords: Electrocardiogram, success rate, Mamdani fuzzy logic, accuracy, heart abnormalities.

1. Pendahuluan

Jantung merupakan organ muskular yang terletak di ruang antara paru (*mediastinum*) di tengah rongga dada. Jantung bekerja memompa darah sekitar 100 ribu kali dalam sehari.

Berdasarkan hasil survey, penyakit jantung merupakan penyebab utama kematian [1]. Oleh karena itu, dokter perlu mendeteksi sejak dini penyakit jantung pada pasien. Adapun alat yang sering digunakan adalah Elektrokardiogram (EKG). EKG digunakan untuk memantau keadaan jantung pasien. Namun EKG harganya terbilang cukup mahal. Alat EKG berfungsi untuk memantau aktivitas elektrik jantung pasien dengan menampilkan grafik interval jantung saja. Hal ini tentunya perlu proses lebih lanjut oleh dokter untuk menganalisa hasil grafik dalam menentukan kelainan jantung. Selain itu, alat ini dinilai belum mampu membaca hasil grafik secara otomatis keadaan jantung pasien sehingga masih membutuhkan seorang pakar dalam membaca hasil EKG pasien tersebut. Oleh karena itu, pada penelitian ini dikembangkan sebuah sistem yang otomatis dapat membaca kondisi jantung pasien sehingga alat ini dapat membantu pakar dalam membaca hasil grafik EKG.

Saat ini telah banyak dilakukan penelitian berkaitan dengan teknik dan alat untuk mendiagnosis kelainan jantung berdasarkan hasil rekam medis EKG. Dalam membuat sistem tersebut diperlukan metode untuk mendeteksi kelainan jantung. Beberapa penelitian sebelumnya telah mengimplementasikan beberapa metode untuk mendeteksi kelainan seperti penelitian yang dilakukan oleh Fiano yang mendiagnosa kondisi jantung dengan pendekatan *Fuzzy logic* [1], diagnosa kelainan jantung dengan pendekatan *Certainty Factor* [2][3], diagnosa kelainan jantung dengan pendekatan *Certainty Cognitive Map* (CCM) [4], diagnosa penyakit jantung dengan pendekatan *Decision tree C.45* [5], diagnosa penyakit jantung dengan pendekatan *Fuzzy Mamdani* [6][7], diagnosa gejala kecemasan dengan pendekatan *Fuzzy logic* [8], diagnosa penyakit hipoksemia dengan pendekatan *fuzzy* [9], dan sistem pakar untuk diagnosa penyakit kanker dengan pendekatan *Fuzzy logic* [10]. Berdasarkan beberapa referensi tersebut *Fuzzy Mamdani* dinilai memiliki akurasi yang baik dalam mendeteksi kelainan.

Selain itu, terdapat penelitian terdahulu yang dilakukan oleh P. B. Sakhare and R. Ghongade yang mengembangkan Sistem Pakar untuk klasifikasi detak EKG [11]. Metode yang digunakan adalah metode *Fuzzy Mamdani* dari *Fuzzy Inference System*. Penelitian terdahulu ini hanya menggunakan 5 variabel yang diambil untuk menguji, sedangkan hasil rekam medis sangatlah banyak. Oleh karena itu, penelitian yang dilakukan ini menggunakan 7 variabel.

Berdasarkan referensi penelitian terdahulu, pada penelitian ini mengembangkan sebuah aplikasi web dengan menerapkan metode *Fuzzy Mamdani* untuk mendeteksi otomatis kondisi jantung pasien dengan dua kategori yaitu jantung yang normal dan jantung pasien yang abnormal.

2. Metode Penelitian

Berikut ini merupakan tahapan penelitian yang ditunjukkan pada Gambar 1. Gambar 1 menjelaskan tahapan penelitian yang meliputi:

1. Studi Literatur

Tahap ini melakukan pengumpulan literatur yang berkaitan dengan penelitian yang dilakukan. Literatur tersebut diantaranya berdasarkan penelitian terdahulu dan teori-teori yang mendukung penelitian ini.

2. Pengumpulan data

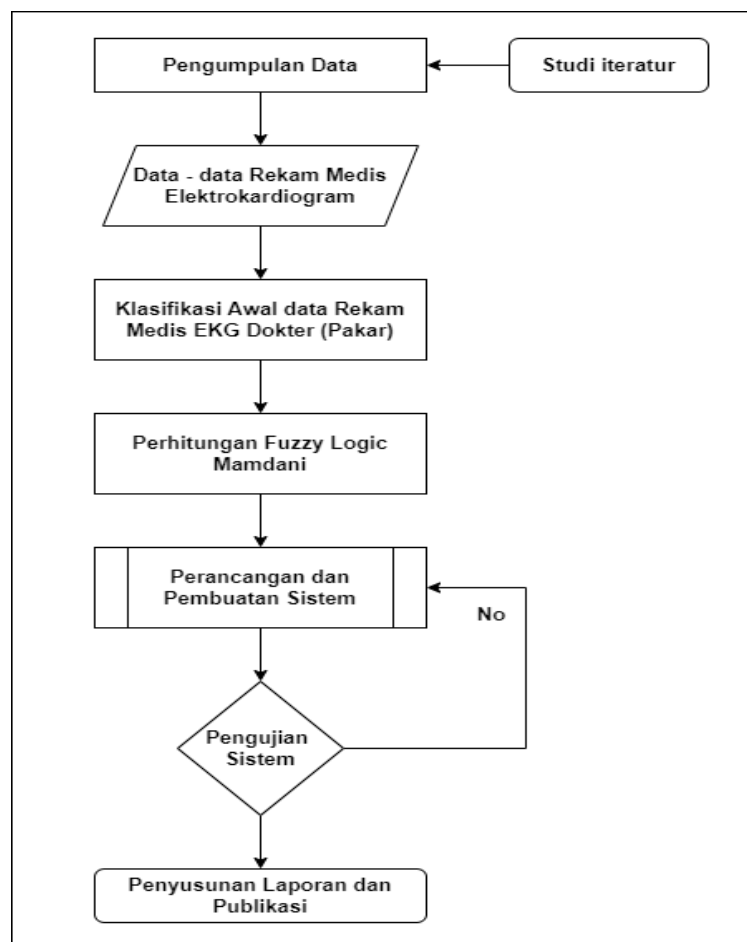
Pada tahap pengumpulan data dilakukan analisa terhadap data dan informasi yang diperoleh mengenai kelainan jantung, pengumpulan data ini bersumber dari data primer.

3. Data rekam medis Elektrokardiogram

Data yang digunakan dari rekam medis elektrokardiogram terdiri dari 7 variabel yaitu interval nilai HR, nilai P-R, nilai QRS, nilai QT, nilai QTC, nilai AXIS, nilai RV6 dan nilai R+S.

4. Klasifikasi awal data rekam medis Elektrokardiogram.

Pada tahapan ini dilakukan klasifikasi awal rekam medis EKG. Kondisi jantung yang diklasifikasi berdasarkan dua kategori yaitu jantung normal dan jantung abnormal. Setelah dilakukan klasifikasi akan dihitung presentase setiap nilai-nilai pada kondisi jantung normal dan jantung abnormal.



Gambar 1. Tahapan Penelitian.

5. Perhitungan *Fuzzy* Mamdani

Pada tahapan ini dilakukan proses menghitung data menggunakan *Fuzzy* Mamdani untuk menghasilkan *output* jantung normal dan abnormal.

6. Perancangan dan pembuatan sistem

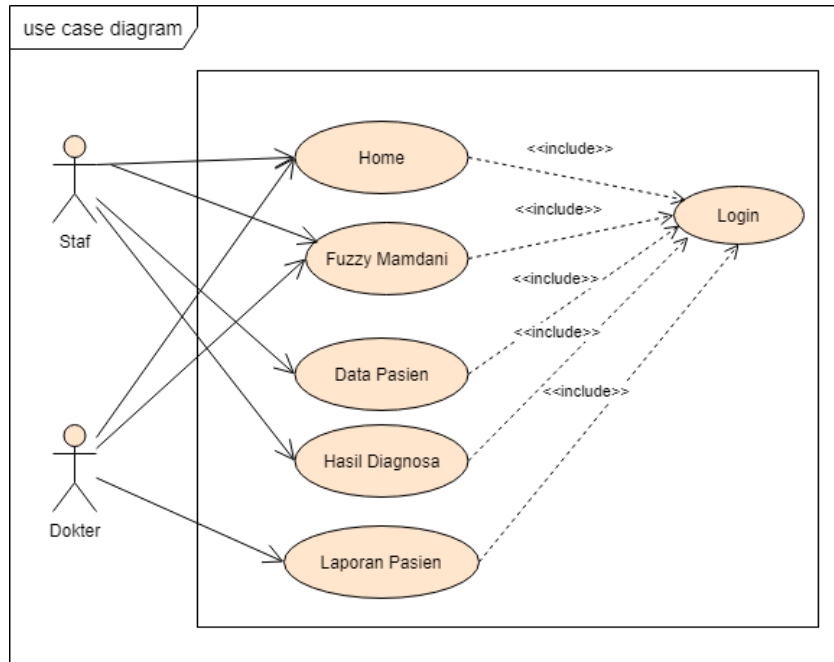
Tahapan ini dilakukan perancangan sistem dan pengembangan perangkat lunak. Pada perancangan dilakukan analisa kebutuhan untuk pembuatan program. Program ini dibangun dengan bahasa pemrograman PHP dan *web database* dengan MY SQL.

7. Pengujian Sistem

Pengujian sistem dilakukan dengan metode *Blackbox Testing*, sedangkan pengujian akurasi dari hasil deteksi menggunakan metode *Kappa Statistic* dan *Success Rate*.

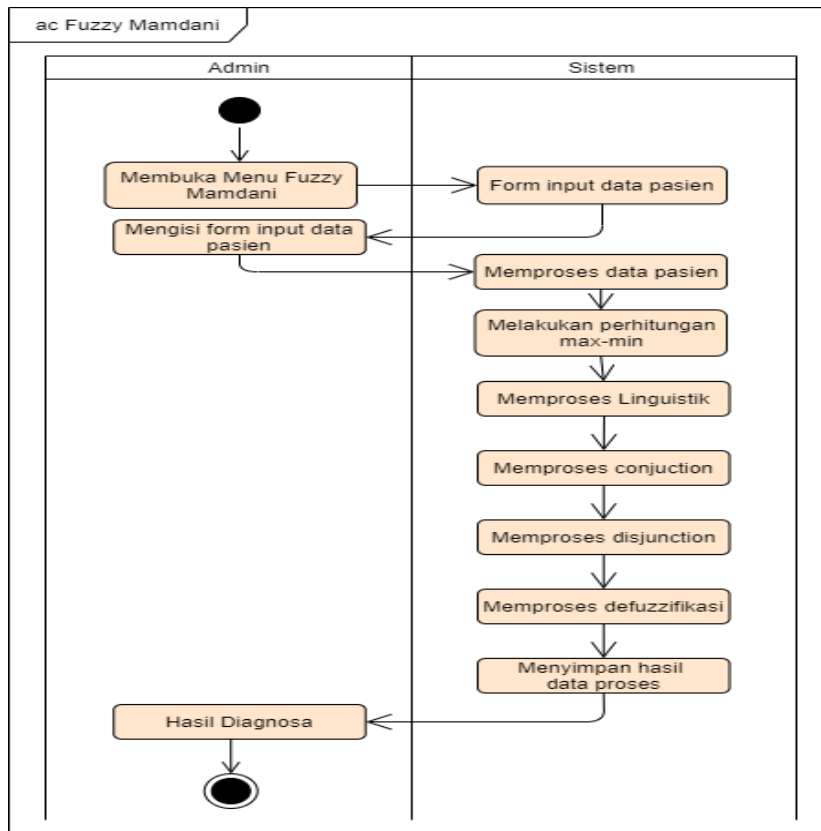
3. Hasil dan Pembahasan

Perancangan sistem dibuat dalam bentuk *usecase diagram* yang mendefinisikan tipe interaksi *user* pada sistem. Gambar 2 menjelaskan tipe interaksi *user* pada sistem. *User* pada sistem ini terdiri dari *Staff* dan Dokter.



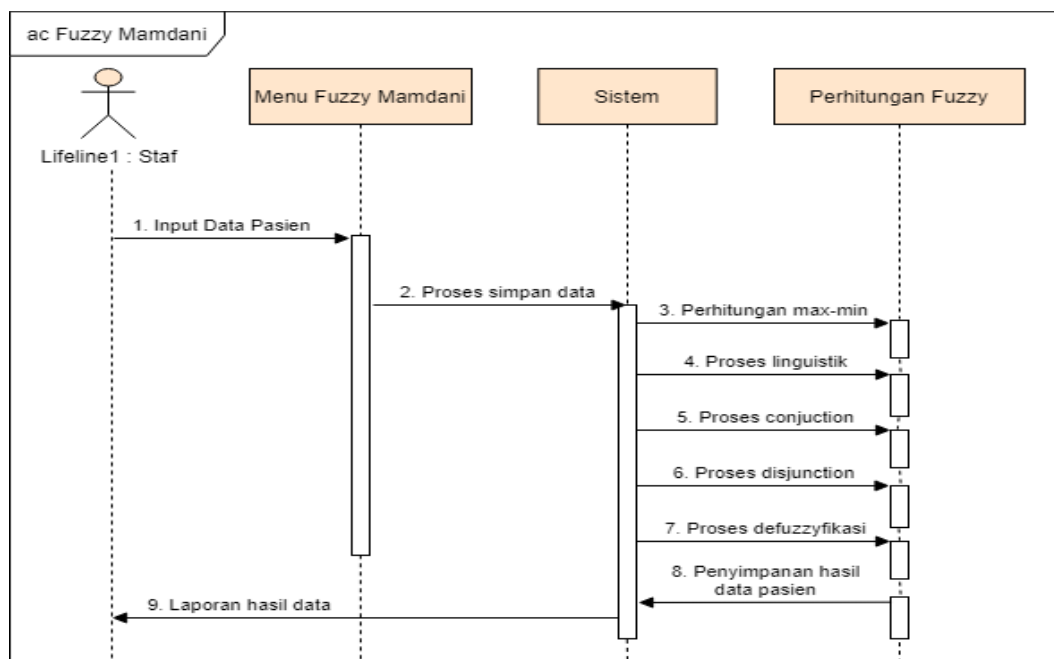
Gambar 2. Use Case diagram.

Selanjutnya dibuat *Activity diagram* untuk menjelaskan alur aktivitas sistem yang tertuang pada Gambar 3. *Activity diagram* ini menjelaskan kegiatan yang dilakukan oleh *staff* yang telah menginput data pasien. Setelah menginput data, akan dilakukan proses identifikasi kelainan jantung dengan metode *Fuzzy Mamdani*



Gambar 3. Activity diagram *Fuzzy Mamdani*.

Pada Gambar 4 dibuat perancangan *Sequence Diagram* untuk menunjukkan interaksi proses. Proses yang digambarkan adalah kegiatan *staff* yang melakukan *input* data dan sistem melakukan perhitungan *fuzzy*. Adapun alur lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 4 di bawah ini.



Gambar 4. *Sequence diagram Fuzzy Mamdani.*

3.1. Analisa Data

Langkah-langkah dengan pendekatan *Fuzzy logic* yang dilakukan terdiri dari proses *fuzzyfikasi*, pembentukan aturan *rule*, *max-min*, dan *defuzzyfikasi*. Variabel data yang digunakan meliputi HR, PR, QRS, QTC, AXIS, RV6, dan R+S. Tahapan tahapan *Fuzzy logic Mamdani* dapat dijelaskan sebagai berikut:

a. *Fuzzyfikasi*

Hasil dari tahapan *fuzzyfikasi* diperoleh nilai keanggotaan tiap jenis variabel yang tertuang pada Tabel 1.

Tabel 1. Nilai keanggotaan jenis variabel.

No	Jenis Variabel	Nilai Derajat Keanggotaan	No	Jenis Variabel	Nilai Derajat Keanggotaan
1	Nilai HR	Pelan (0), Sedang (0,04), Cepat (0,33).	5	Nilai QT	Rendah (0), Sedang (0,67), Tinggi (0,72).
2	Nilai P-R	Rendah (0,98) Sedang (0) Tinggi (0).	6	Nilai QTC	Pelan (0,98) Sedang (0), Cepat (0).
3	Nilai QRS	Pelan (0,77) Sedang (0) Cepat (0).	7	Nilai AXIS	Rendah (0,31) Sedang (0), Tinggi (0).
4	Nilai RV6	Pelan (0,86) Sedang (0) Cepat (0).			

b. Pembentukan Aturan *Rule*

Dalam pembentukan aturan *rule* terbentuk menjadi 6561 aturan *rule* yang terdiri dari 7 variabel, dilanjutkan dengan proses linguistik yang menghasilkan 256 aturan *rule*.

c. Pembentukan *Max* dan *Min*

Pada proses pembentukan nilai maksimum dan minimum dengan menggunakan nilai-nilai linguistik, jantung yang tidak memiliki kelainan (normal) bernilai 0.04, sedangkan nilai yang memiliki kelainan jantung bernilai 0.

d. *Defuzzyfikasi*

Nilai proses defuzzyfikasi yaitu sebesar 72,8. Berdasarkan nilai tersebut termasuk dalam nilai interval tidak ada kelainan jantung.

3.2. Pengujian Akurasi

Pengujian akurasi dilakukan berdasarkan hasil *Success Rate* dan nilai *Kappa Statistic*. Berikut ini merupakan hasil pengujiannya.

a. *Success Rate*

Dalam mengukur nilai *success rate* digunakan pendekatan *confusion matrix*. Hasil prediksi tiap variabel tertuang pada Tabel 2.

Tabel 2. Nilai keanggotaan jenis variabel.

		<i>Predicated Class</i>	
		Normal	Abnormal
<i>Actual Class</i>	Normal	9(TP)	1 (FN)
	Abnormal	0 (FP)	10 (TN)

Berikut ini merupakan perhitungan akurasi yang terdiri dari *True positive rate*, *False positive rate*, *Success rate*, dan *Error rate*:

$$\text{True positive rate} = \frac{TP}{TP+FN} = 0.9 \quad (1)$$

$$\text{False positive rate} = \frac{FP}{FP+TN} = 0 \quad (2)$$

$$\text{Success rate} = \frac{(TP+TN)}{(TP+TN+FP+FN)} = 0.95 \quad (3)$$

$$\begin{aligned} \text{Error rate} &= 1 - \text{Success Rate} \\ &= 1 - 0.95 = 0.05 \end{aligned} \quad (4)$$

b. *Kappa Statistic*

Berikut adalah persamaan untuk menghitung nilai Kappa. Matriks data ditampilkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Nilai Kappa

	Normal	Abnormal
Normal	9	1
Abnormal	0	10

Berdasarkan Tabel 3, maka nilai akurasi *observed* data dapat dihitung sebagai berikut:

$$p_0 = \frac{a+d}{a+b+c+d} = 0.95 \quad (5)$$

$$p_X = \frac{a+b}{a+b+c+d} \times \frac{a+c}{a+b+c+d} = 0,3 \quad (6)$$

$$p_Y = \frac{c+d}{a+b+c+d} \times \frac{b+d}{a+b+c+d} = 0,11 \quad (7)$$

Dengan demikian, diperoleh:

$$\text{expected accuracy} = p_X + p_Y = 0,41, \quad (8)$$

$$Kappa = \frac{\text{observed accuracy} - \text{expected accuracy}}{(1 - \text{expected accuracy})} = 0,91. \quad (9)$$

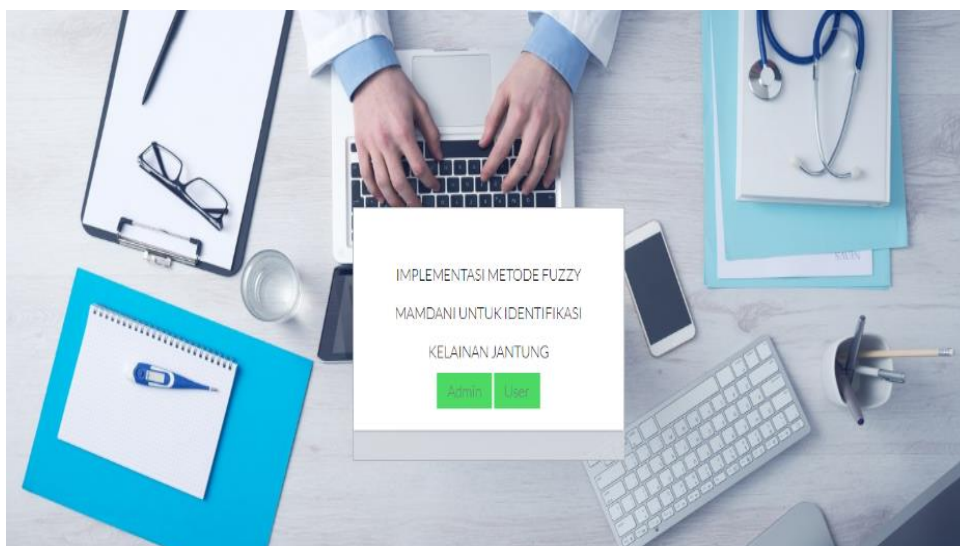
Penerapan metode *Fuzzy Mamdani* dapat menentukan kelainan jantung berdasarkan data Elektrokardiogram dengan kondisi jantung normal dan kondisi jantung abnormal dengan menggunakan 100 data dari hasil rekam medis *elektrokardiogram* dengan data *testing* sebanyak 20 data. Data *testing* digunakan untuk pengujian tingkat akurasi yang menggunakan metode *Success Rate (SR)* dan *Kappa Statistic*. Dari hasil pengujian yang dilakukan menghasilkan nilai *error* sebesar 0,05% dan nilai *Kappa* sebesar 0,91%. Maka dapat disimpulkan bahwa metode *Fuzzy Mamdani* dinilai sangat akurat dalam mengidentifikasi kelainan jantung.

3.3 Deskripsi Sistem

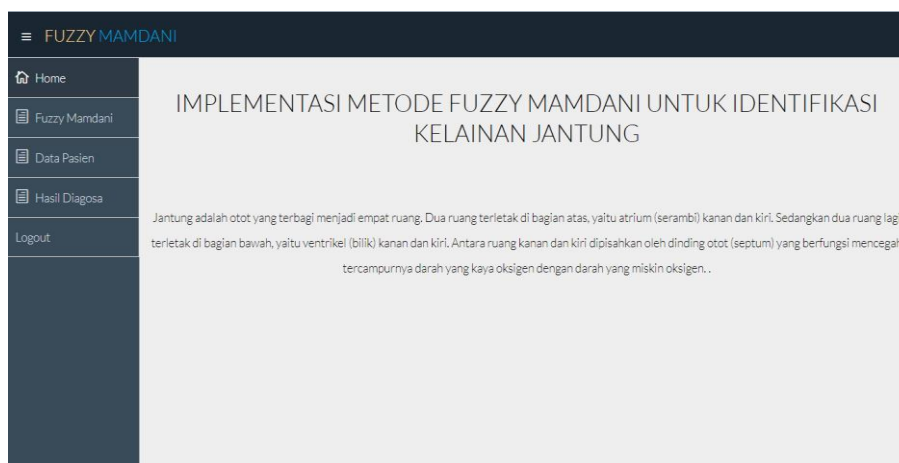
Berikut ini merupakan tampilan dari perancangan aplikasi berbasis web untuk mengidentifikasi kelainan jantung dengan metode *Fuzzy Mamdani* sebagai berikut:

a. Tampilan Halaman Awal

Pada halaman awal terdapat halaman admin. Setelah user menginputkan data *username* dan *password* maka akan dialihkan pada halaman *staff*. Pada setiap halaman memiliki fungsi masing-masing yang dapat dilihat pada Gambar 5 dan Gambar 6.



Gambar 5. Halaman awal.

Gambar 6. Halaman *Home*.

b. Tampilan Form *Fuzzy Mamdani*

Form ini merupakan halaman *Fuzzy Mamdani* yang berfungsi untuk menambahkan dan menginput data pasien. Tampilan dapat dilihat pada Gambar 7.

Gambar 7. Form *Fuzzy Mamdani*.

4. Kesimpulan

Penelitian ini menghasilkan sebuah sistem diagnosa kelainan jantung dengan pendekatan *Fuzzy logic Mamdani*. Penerapan metode *Fuzzy Mamdani* dapat mengidentifikasi kelainan jantung berdasarkan data Elektrokardiogram dengan kondisi jantung normal dan kondisi jantung abnormal. Penelitian ini menggunakan 100 data dari hasil rekam medis *elektrokardiogram* dengan 20 data *testing*. Pengujian tingkat akurasi menggunakan metode *Success Rate (SR)* dan *Kappa Statistic*. Berdasarkan hasil pengujian didapat nilai *error* sebesar 0,05 % dan nilai *kappa* sebesar 0,91%. Berdasarkan data tersebut dapat disimpulkan bahwa metode *Fuzzy Mamdani* sangat akurat dalam mengidentifikasi kelainan jantung.

Ucapan Terima Kasih

Terima kasih kepada LPPM UNSERA yang telah memberikan kesempatan untuk mendapatkan hibah internal.

Referensi

- [1] Fiano, D. S. I., & Purnomo A. S. (2017). Sistem Pakar Untuk Mendeteksi Tingkat Resiko Penyakit Jantung Dengan Fuzzy Inferensi (Mamdani). *Informatics Journal*, Vol. 2 (No.2), 64-78.
- [2] Kursini, (2008). Aplikasi Sistem Pakar Menentukan Faktor Kepastian Pengguna Dengan Metode Kuantifikasi Pertanyaan. Yogyakarta : C. V Andi Offset.
- [3] Sumiati, dkk "Expert system for heart disease based on electrocardiogram data using certainty factor with multiple rule" *IAES International Journal of Artificial Intelligence (IJ-AI)*, Vol. 10, No. 1, March 2021, pp. 44~51 ISSN: 2252- 8938, DOI: 10.11591/ijai.v10.i1.pp44-51
- [4] Sumiati., Saragih, Hago., Rahman, T. K. A., Triayudi, Agung. (2021). *Certainty Cognitive Map (CCM) for Assessing Cognitive Map Causality Using Certainty Factors for Cardiac Failure ICIC Express Letters – An International Journal of Research and Surveys*, Vol. 15 (No. 1),
- [5] Febri Maspiyanti, dkk” Diagnosa penyakit jantung pada ponsel menggunakan Pohon keputusan *Jurnal Teknologi Terpadu*, Vol. 1, No. 1, Juli, 2015, ISSN 2477-0040
- [6] Marfalino, Hari, Putra, Muhammad Reza, Guslendra, & Yila, Yosi, (2018). *Financial Control Techniques Services Company with Fuzzy Mamdani. International Journal of Engineering & Technology*, Vol. 7 (No. 4), 11-16.
- [7] Puspitaningrum, A. D., & Purnomo, A. S. (2018). Sistem Pakar Mendeteksi Tingkat Resiko Penyakit Jantung Menggunakan Fuzzy Inferensi (Sugeno). *Prosiding Seminar nasional Multimedia & Artificial Intelligence*, Vol. 2 (No. 2), 25-34.
- [8] Sherathia, Partik D., & Patel, Prof. V. P., (2017). *Classification of ECG Beats based o Fuzzy Inference System. International Journal of Science, Engineering and Technology Research (IJSETR)*, Vol. 6 (No. 5), 835-840.
- [9] Zulfikar, W. B., Jumadi, Prasetyo, P. K., & Ramdhani, M. A., (2018). *Implementation of Mamdani Fuzzy Method in Employee Promotion System. IOP Conference Series: Materials and Engineering*, Vol. (No.), 1-6.
- [10] Siti Rochana, dkk “ Implementasi Fuzzy Logic dalam sistem pakar untuk mendeteksi penyakit kanker serviks” *Jurnal Ilmiah SINUS*, ISSN (Print) : 1693-1173
- [11] P. B. Sakhare and R. Ghongade, "An approach for ECG beats classification using Adaptive Neuro Fuzzy Inference System," *2015 Annual IEEE India Conference (INDICON), 2015*, pp. 1-6, doi: 10.1109/INDICON.2015.7443804.
- [12] A. S. Purnomo, “Sistem Pakar Untuk mendeteksi tingkat resiko penyakit jantung dengan fuzzy inferensi (mamdani),” *INFORMAL : Informatics Journal*, 16-Oct-2017. [Online]. Available: https://www.academia.edu/34868171/Sistem_Pakar_Untuk_Mendeteksi_Tingkat_Resiko_Penyakit_Jantung_Dengan_Fuzzy_Inferensi_Mamdani_. [Accessed: 1-Nov-2022].